

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-131663

(43)Date of publication of application : 20.05.1997

(51)Int.Cl.

B24B 37/04

(21)Application number : 07-309982

(71)Applicant : EBARA CORP  
TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 02.11.1995

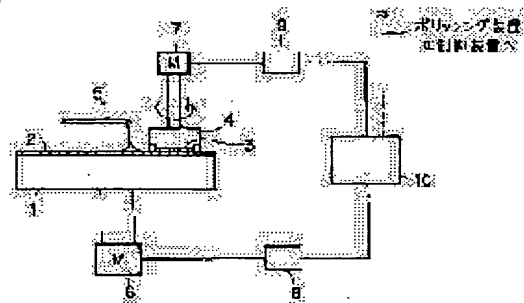
(72)Inventor : TAKAHASHI YOSHIMIZU  
SAKATA FUMIHIKO  
KIMURA NORIO  
KODERA MASAKO  
SHIGETA ATSUSHI

## (54) POLISHING END POINT DETERMINING METHOD AND DEVICE THEREOF

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a polishing end point determining method and a device thereof which can flatten irregularities on a surface and determine a polishing end point at an arbitrary position after that.

**SOLUTION:** In a method in which a polishing end point of polishing by which irregularities on a surface of an object to be polished is polished into a flat and mirror face is determined, friction force of a semiconductor wafer 3 and a polishing cloth 2 during polishing is detected, the time when irregularities on the surface are polished into a flat condition is determined based on a difference between friction force generated when the irregularities are polished and friction force produced when the irregularities are removed and a flat face is polished, and the polishing end point is determined after a specified period of time elapses from the time.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3649493

[Date of registration] 25.02.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-131663

(43) 公開日 平成9年(1997)5月20日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

B 2 4 B 37/04

識別記号

庁内整理番号

F I

B 2 4 B 37/04

技術表示箇所

Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-309982

(22) 出願日 平成7年(1995)11月2日

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 高橋 圭瑞

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社

荏原製作所内

(72) 発明者 坂田 文彦

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社

荏原製作所内

(74) 代理人 弁理士 渡邊 勇 (外2名)

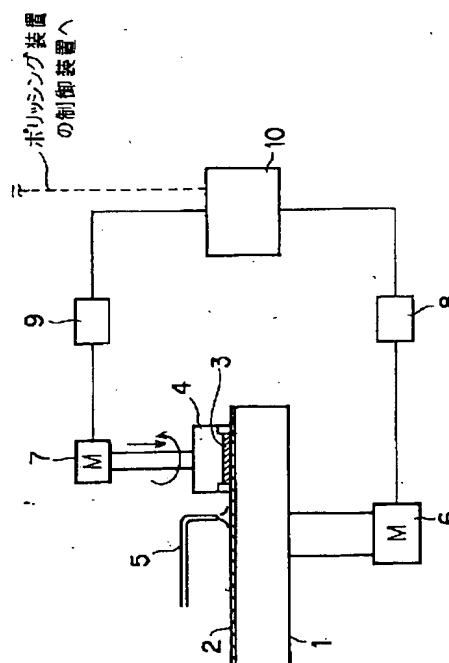
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ポリッシングの終点決定方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 表面の凹凸を平坦化すると同時に、その後任意の位置で研磨終点を決定することができるポリッシングの終点決定方法及び装置を提供する。

【解決手段】 ポリッシング対象物の表面の凹凸を平坦且つ鏡面状に研磨するポリッシングの研磨終点を決定する方法において、ポリッシング中の半導体ウエハ3と研磨布2との摩擦力を検出し、表面の凹凸が平坦に研磨された時点を、凹凸を研磨している時の摩擦力と、凹凸が除去されて平坦面を研磨している時の摩擦力との差異に基づいて決定し、その時点から所定時間の後を研磨終点とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ポリッシング対象物の表面の凹凸を平坦且つ鏡面状に研磨するポリッシングの研磨終点を決定する方法において、

ポリッシング中の対象物と研磨部材との摩擦力を検出し、表面の凹凸が平坦に研磨された時点を、凹凸を研磨している時の摩擦力と、凹凸が除去されて平坦面を研磨している時の摩擦力との差異に基づいて決定し、その時点から所定時間の後を研磨終点とすることを特徴とするポリッシングの終点決定方法。

【請求項2】 前記摩擦力はポリッシング対象物を研磨部材に対して相対運動させるポリッシング装置の駆動用モータの電流によって検出することを特徴とする請求項1記載の終点決定方法。

【請求項3】 前記表面の凹凸が平坦に研磨された時点からの所定時間は、先に研磨したポリッシング対象物の研磨量と研磨時間とに基づいて決定し、随時修正可能としたことを特徴とする請求項1又は2記載の終点決定方法。

【請求項4】 ポリッシング対象物の表面の凹凸を平坦且つ鏡面状に研磨するポリッシングの研磨終点を決定する装置において、

ポリッシング中の対象物と研磨部材との摩擦力を検出する検出手段と、

ポリッシング中の対象物と研磨部材との摩擦力を検出し、表面の凹凸が平坦に研磨された時点を、凹凸を研磨している時の摩擦力と、凹凸が除去されて平坦面を研磨している時の摩擦力との差異に基づいて決定し、その時点から所定時間の後を研磨終点とする信号処理手段を備えたことを特徴とするポリッシングの終点決定装置。

【請求項5】 前記ポリッシング装置は、研磨後のポリッシング対象物の研磨量を測定する測定手段をさらに備え、該測定手段は前記信号処理手段に測定された研磨量の信号を送るために接続されていることを特徴とする請求項4記載のポリッシングの終点決定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体ウエハ等のポリッシング対象物を平坦且つ鏡面状に研磨するポリッシング方法および装置に係わり、特にポリッシングの終点を決定する終点決定方法および装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、半導体デバイスの高集積化が進むにつれて回路の配線が微細化し、配線間距離もより狭くなりつつある。特に線幅が0.5  $\mu\text{m}$ 以下の光リソグラフィの場合、焦点深度が浅くなるためステッパーの結像面の平坦度を必要とする。そこで、半導体ウエハの表面を平坦化することが必要となるが、この平坦化法の1手段としてポリッシング装置により研磨することが行われている。

【0003】 従来、この種のポリッシング装置は、各々独立した回転数で回転するターンテーブルとトップリングとを有し、トップリングが一定の圧力をターンテーブルに与え、ターンテーブルとトップリングとの間にポリッシング対象物を介在させて、砥液を供給しつつ該ポリッシング対象物の表面を平坦且つ鏡面に研磨している。

【0004】 ここで、ターンテーブル上面には研磨部材である研磨布が貼設されていて、研磨布の上面に供給された砥液が研磨布に保持され、研磨布とポリッシング対象物との相対運動により砥液をポリッシング対象物全面に作用させている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ポリッシングを行って表面の凹凸が平坦に研磨された後には、所定の位置で研磨を終了することが望まれる。しかしながら、ポリッシング中にこの研磨終了位置を検知することは以下のような難点がある。

(1) 上述したポリッシング装置において、ポリッシング対象物の表面は全面を他の部材と摩擦することによって研磨されるため、表面が露出していない。

(2) ポリッシング中は砥液を供給するため、ポリッシング対象物が濡れている。

(3) また、近年のポリッシング技術に要求されている加工レベルはオンゲストロームオーダの加工であり、このレベルの量を正確に測定する技術は限定される。

(4) さらに、求めるポリッシングの終点位置はポリッシング対象物によって異なる。

このような難点を解決し、研磨終点を決定する正確な技術が必要とされている。本発明は、上述の事情に鑑みなされたもので、表面の凹凸を平坦化すると同時に、その後任意の位置で研磨終点を決定することができるポリッシングの終点決定方法及び装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上述した目的を達成するために、本発明の終点決定方法は、ポリッシング対象物の表面の凹凸を平坦且つ鏡面状に研磨するポリッシングの研磨終点を決定する方法において、ポリッシング中の対象物と研磨部材との摩擦力を検出し、表面の凹凸が平坦に研磨された時点を、凹凸を研磨している時の摩擦力と、凹凸が除去されて平坦面を研磨している時の摩擦力との差異に基づいて決定し、その時点から所定時間の後を研磨終点とすることを特徴とする。

【0007】 本発明の終点決定装置は、ポリッシング対象物の表面の凹凸を平坦且つ鏡面状に研磨するポリッシング装置において、ポリッシング中の対象物と研磨部材との摩擦力を検出する検出手段と、ポリッシング中の対象物と研磨部材との摩擦力を検出し、表面の凹凸が平坦に研磨された時点を、凹凸を研磨している時の摩擦力と、凹凸が除去されて平坦面を研磨している時の摩擦力

との差異に基づいて決定し、その時点から所定時間の後を研磨終点とする信号処理手段を備えたことを特徴とする。

【0008】前述した方法からなる本発明によれば、ポリッシング対象物の表面が凹凸面から平坦面に変化した時点からポリッシング中の摩擦力に基づいて検知するので、ポリッシングを行いながら研磨終点を決定することができる。

【0009】また、ポリッシング対象物の表面が凹凸面から平坦面に変化した時点基準とし、その時点からの研磨時間を設定するので、終点の決定位置を任意に設定することができ、種々の終点位置の要求に対応することができる。

【0010】また、ポリッシング対象物を研磨部材に対して相対運動させるポリッシング装置の駆動用モータによって摩擦力を検出するため、僅かな摩擦力の変動であっても感知することができる。

【0011】さらに、ポリッシング対象物の表面が凹凸面から平坦面に変化した時点からの研磨時間を先に研磨したポリッシング対象物の研磨量に応じて随時修正可能としたため、ポリッシング速度の経時的変動に対応することができる。

【0012】

【実施例】以下、本発明に係る終点決定方法の一実施例を図1乃至図3に基づいて説明する。図1は本発明のポリッシングの終点決定方法を実施するポリッシング装置の概略図であり、図2はポリッシング対象物である半導体ウエハの構造を示す拡大断面図であり、図3は研磨中の摩擦力の変動を示すグラフである。

【0013】図1において、ポリッシング装置は、上面に研磨布2を貼った回転可能なターンテーブル1、ポリッシング対象物である半導体ウエハ3を保持するとともに研磨布2に押圧するトップリング4、研磨布上に砥液を供給するための砥液供給ノズル5、ターンテーブル1を回転駆動するモータ6、トップリング4を回転駆動するモータ7を備えている。またポリッシング装置は、ターンテーブル1を回転駆動するモータ6に連結されたモータ電流検出器8、トップリング4を回転駆動するモータ7に連結されたモータ電流検出器9、終点決定を行うための信号処理装置10を備えている。また、ポリッシング装置は図示しない制御装置によりその稼動状態が制御され、終点決定のための信号処理装置10はこの制御装置に接続している。

【0014】研磨面を下側に向けて半導体ウエハ3を保持したトップリング4は、研磨布2上に半導体ウエハ3を押圧するとともに、トップリング4およびターンテーブル1は各々の駆動モータ6、7によって回転され、半導体ウエハ3を研磨部材である研磨布2に対して相対運動させる。このとき同時にターンテーブル1上に伸びた砥液供給ノズル5から研磨布2に砥液を供給すること

により、半導体ウエハ3がポリッシングされる。

【0015】ポリッシング対象物は、例えば図2(a)に示すようなシリコン(Si)基板3a上に金属配線3bが形成され、さらにそれらの上に二酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)からなる絶縁層3cを形成した半導体ウエハ3を用いる。ここで、シリコン基板3aの表面は平坦であって、その上に形成した金属配線3bによって凹凸が形成され、その上に形成した絶縁層3cの表面が凹凸になっている。

【0016】近年の半導体デバイスの高集積化に伴う配線の微細化、および多層化の要求によって、表面の平坦度が要求されている。この要求は配線の微細化によって、光リソグラフィに用いる紫外線の波長がより短いものの、例えばg線、i線と呼ばれる紫外線を使用し、このような短波長の光は基板上の焦点位置での許容される高低差がより小さくなるためである。したがって、焦点位置での高低差が小さいこと、すなわち基板表面の高い平坦度が必要となってくる。

【0017】このため、平坦面を得る手段として上述したポリッシングを行って凹凸を除去するのであるが、所定時間のポリッシングを行った後には希望する位置でポリッシングを終了する必要がある。例えば、図2(a)の上図の状態から下図のように、金属配線3bの上部に絶縁層3cを残したい場合がある。この後の工程で絶縁層の上にさらに金属等の層を形成するため、このような絶縁層3cを層間膜と呼ぶ。この場合、ポリッシングを必要以上に行くと、下層の金属膜が表面に露出してしまいうため、層間膜を残すようにポリッシングを終了しなければならない。

【0018】このような要求を実現するための方法およびその手段を以下で説明する。図3はポリッシング中のターンテーブル1を駆動するモータ6のモータ電流検出器8によって検出し、所定の信号処理を施して得られた電流値のグラフである。横軸はポリッシング時間を表し、縦軸は電流値を表している。

【0019】時刻T<sub>0</sub>でポリッシングを開始すると、摩擦力はポリッシング時間に伴って減少していき、時刻T<sub>1</sub>を過ぎると比較的定常な状態となる。これはポリッシング対象物の表面が凹凸面から平坦な面に研磨されたことを表していて、この摩擦力の変動に基づいて、時刻T<sub>1</sub>を凹凸面が平坦に研磨された時点とみなす。この時刻は図2(a)においては、凹凸が除去され、研磨が凹凸の最上部Aから最下部Bへ移行した時点を表している。したがって、この時点から下層が露出する前までの所定時間だけポリッシングしてその後を終了することにより、層間膜を残すことができる。この時間は、先に研磨した半導体ウエハの研磨量と研磨時間から研磨速度を予め算出しておき、平坦面となった時点からの希望する研磨量を研磨速度で割ることにより求めることができる。このようにして時間を設定することにより層間膜を残す

ようにポリッシングの終点決定を行う。例えば、図3において時刻 $T_1$ から $T_2$ の間の時間 $S_1$ の間の時刻 $T_2$ を終点とする。

【0020】ポリッシング装置に設けられた信号処理装置10はターンテーブル1のモータ電流をモータ電流検出器8によって検出し、電流値から雑音等を除去すると共に、所定の信号処理を行うことにより凹凸が平坦に研磨された時刻を決定し、その時点からの研磨時間を予め入力されている研磨速度から算出する。求めた時刻になったらポリッシング装置の制御装置に終点信号を送り、制御装置はポリッシングを終了すべく装置を停止する。

【0021】ここで、ポリッシング中の半導体ウエハ3とターンテーブル1上の研磨布2との摩擦力は、ターンテーブル1には抵抗トルクとして作用とする。したがって、摩擦力の変化はターンテーブル1にかかるトルクの変化として測定することができる。また、ターンテーブル1を回転させる手段が電気モータの場合、トルクの変化は電気モータの電流の変化として間接的に測定することができる。

【0022】以上、ターンテーブルを回転させるモータの電流を検出する場合を説明したが、トップリング4を回転駆動するモータの電流を用いてもよく、この場合、図1に示すようにトップリング側のモータ7に接続されたモータ電流検出器9の信号を信号処理装置10によって処理すればよい。

【0023】なお、図3において、ポリッシングが時刻 $T_2$ を過ぎると下層の金属配線が露出し研磨摩擦力はさらに変動し、検出している電流値にもその変動が現れている。すなわち、所要時間 $S_1$ は凹凸を研磨している時間、 $S_2$ は平坦面を研磨している時間、 $S_3$ は異材質を含んだ層を研磨している時間を表し、図2(a)の半導体ウエハの厚さ $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ にそれぞれ対応している。

【0024】ここで、研磨速度は、研磨布の経時変化や、その他の未解明な要因によって変化することが知られている。したがって、凹凸が平坦になった時点からの時間を算出する場合、研磨速度が全ポリッシング時間を通して一定であるとする、研磨速度の変化に対応できず、ポリッシング量の過不足が生じてしまう。このような不都合を解決するために、ポリッシングが終了した半導体ウエハの研磨量を測定し、研磨速度を随時修正する。研磨量は、研磨前の既知の膜厚から研磨後に測定した膜厚の差により得られる。このとき、1枚毎の研磨速度にはばらつきがあるため過去何枚かの平均研磨速度を算出するようにするとよい。このような修正を自動的に行うために、ポリッシング装置にポリッシング後の膜厚を測定する測定器を備え、この測定器は信号処理装置に接続されている。

【0025】以上は層間膜を残すようにポリッシングの終点を決定する方法を述べたが、図2(b)に示すよう

に、下層が露出するまで研磨したのちにポリッシングを終了したい場合がある。図2(b)の上図は、シリコン基板3a上に成膜された絶縁膜3cをエッチングによって一部分を除去し、その上に金属層3dを成膜した研磨前の半導体ウエハ3である。最上層の金属層3dを絶縁膜3cの上部まで研磨することにより、絶縁膜3cがエッチングによって除去された溝部に金属を埋め込む。

【0026】この場合も、ポリッシング装置のターンテーブル1又はトップリング4の駆動モータ6又は7の電流を検知し、凹凸が平坦に研磨された時点を検知し、その時点から所定時間の後をポリッシングの終点とするのは同様である。ただし、このときには研磨が下層の絶縁膜に達するまでの時間を過去の研磨速度の値によって算出する。

【0027】このように、本発明のポリッシングの終点を決定する方法は、ポリッシング時間を設定する基準とする時点が凹凸が平坦な面に研磨された時点であるため、層間膜を残すように終点を決定することや、研磨が異材質を含む層に移行したのちを終点とするような、異なった要求に対応することができる。

【0028】ポリッシング中の凹凸な表面を研磨しているときの摩擦力和、平坦な面を研磨しているときの摩擦力が異なるのは、両者の摩擦係数の差によるものである。摩擦力はポリッシング対象物と研磨部材との摩擦係数と押圧力との積で表され、摩擦係数は、ポリッシング対象物と研磨部材の材質に依存すると同時に、両者の表面状態にも依存する。すなわち、同じ材料であっても表面の粗さが粗い場合と細かい場合では、粗いほうが摩擦係数は大きくなる。本発明はポリッシングによって表面状態が凹凸面から平坦面に、すなわち、粗い面から鏡面へと変化することによる摩擦係数の変化を利用している。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、以下に示す優れた効果が得られる。

(1) ポリッシング中の摩擦力に基づいて研磨面の状態を検知するので、ポリッシングを行いながらポリッシングの終点を決定することができる。

(2) ポリッシングの終点の決定位置を任意に設定することができ、種々の終点位置の要求に対応することができる。

(3) ポリッシング装置の駆動用モータによって摩擦力を検出するため、僅かな摩擦力の変動であっても感知することができる。

(4) ポリッシング対象物の表面が凹凸面から平坦面に変化した時点からの研磨時間を先に研磨したポリッシング対象物の研磨量に応じて随時修正可能としたため、ポリッシング速度の経時的変動に対応することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るポリッシングの終点決定方法を実

10

20

30

40

50

施するポリッシング装置の概略図である。

【図2】ポリッシング対象物である半導体ウエハの構造を示す拡大断面図である。

【図3】半導体ウエハの研磨中の摩擦力の変動を示すグラフである。

【符号の説明】

1 ターンテーブル

\* 2 研磨布

3 半導体ウエハ

4 トップリング

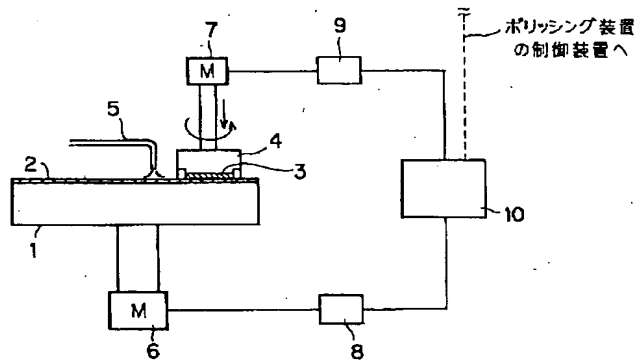
5 砥液供給ノズル

6, 7 モータ

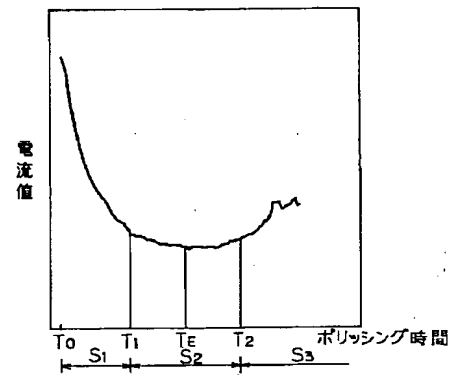
8, 9 モータ電流検出器

\* 10 信号処理装置

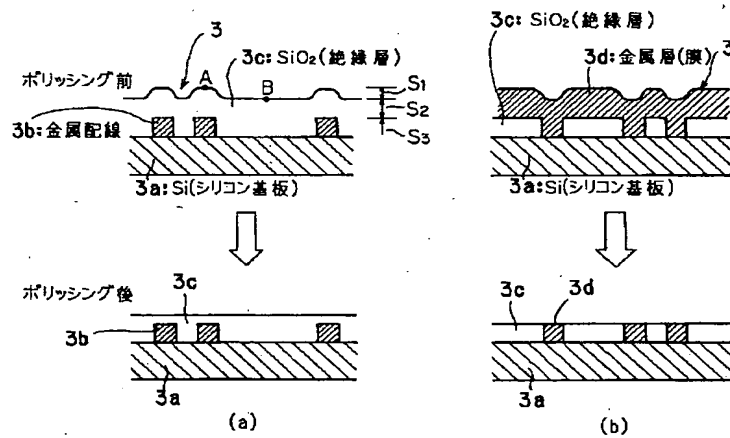
【図1】



【図3】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 木村 憲雄

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

(72)発明者 小寺 雅子

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝川崎事業所内

(72)発明者 重田 厚

三重県四日市市山之一色町字中龍宮800番  
地 株式会社東芝四日市工場内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
【部門区分】第2部門第3区分  
【発行日】平成15年1月29日(2003.1.29)

【公開番号】特開平9-131663  
【公開日】平成9年5月20日(1997.5.20)  
【年通号数】公開特許公報9-1317  
【出願番号】特願平7-309982  
【国際特許分類第7版】

B24B 37/04

【FI】

B24B 37/04

Z

【手続補正書】

【提出日】平成14年10月25日(2002.10.25)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ポリッシング対象物の表面の凹凸を平坦且つ鏡面状に研磨するポリッシングの研磨終点を決定する方法において、  
ポリッシング中の対象物と研磨部材との摩擦力を検出し、表面の凹凸が平坦に研磨された時点を、凹凸を研磨している時の摩擦力と、凹凸が除去されて平坦面を研磨している時の摩擦力との差異に基づいて決定し、その時点から所定時間の後を研磨終点とすることを特徴とするポリッシングの終点決定方法。

【請求項2】 前記摩擦力はポリッシング対象物を研磨部材に対して相対運動させるポリッシング装置の駆動用モータの電流によって検出することを特徴とする請求項1記載の終点決定方法。

【請求項3】 前記表面の凹凸が平坦に研磨された時点からの所定時間は、先に研磨したポリッシング対象物の研磨量と研磨時間とに基づいて決定し、随時修正可能としたことを特徴とする請求項1又は2記載の終点決定方法。

【請求項4】 ポリッシング対象物の表面の凹凸を平坦且つ鏡面状に研磨するポリッシングの研磨終点を決定する装置において、  
ポリッシング中の対象物と研磨部材との摩擦力を検出する検出手段と、  
ポリッシング中の対象物と研磨部材との摩擦力を検出し、表面の凹凸が平坦に研磨された時点を、凹凸を研磨している時の摩擦力と、凹凸が除去されて平坦面を研磨している時の摩擦力との差異に基づいて決定し、その時

点から所定時間の後を研磨終点とする信号処理手段を備えたことを特徴とするポリッシングの終点決定装置。

【請求項5】 前記ポリッシング装置は、研磨後のポリッシング対象物の研磨量を測定する測定手段をさらに備え、該測定手段は前記信号処理手段に測定された研磨量の信号を送るために接続されていることを特徴とする請求項4記載のポリッシングの終点決定装置。

【請求項6】 ポリッシング対象物の表面の凹凸を平坦且つ鏡面状に研磨するポリッシングの研磨終点を決定する方法において、  
対象物の表面の凹凸が平坦になったことを検知し、  
対象物の表面の凹凸が平坦に研磨された時点を基準として研磨終点を決定することを特徴とするポリッシングの終点決定方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】本発明の終点決定装置は、ポリッシング対象物の表面の凹凸を平坦且つ鏡面状に研磨するポリッシング装置において、ポリッシング中の対象物と研磨部材との摩擦力を検出する検出手段と、ポリッシング中の対象物と研磨部材との摩擦力を検出し、表面の凹凸が平坦に研磨された時点を、凹凸を研磨している時の摩擦力と、凹凸が除去されて平坦面を研磨している時の摩擦力との差異に基づいて決定し、その時点から所定時間の後を研磨終点とする信号処理手段を備えたことを特徴とする。また、本発明の終点決定方法の他の態様は、ポリッシング対象物の表面の凹凸を平坦且つ鏡面状に研磨するポリッシングの研磨終点を決定する方法において、対象物の表面の凹凸が平坦になったことを検知し、対象物の表面の凹凸が平坦に研磨された時点を基準として研磨終点を決定することを特徴とする。